5502 形

ステレオトリガスコープ

取　扱　説　明　書

菊水電子工業株式会社

― 保証 ―

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1．取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2．不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3．天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

― お願い ―

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

目　次

1. 概　　説

1.1 概　　要

MODEL 5502 は口径 133㎜ の高輝度ブラウン管を使用したトリガ同期掃引方式のポータブル形２現象ステレオトリガスコープです。
本器は感度 10mV/DIV，帯域幅 5 MHz，最高掃引時間 1μS/DIV と高性能で，さらにモードスイッチにより垂直軸２現象動作，及び水平軸２現象動作に切換えられますので，生産ラインにおいて，又保守，サービスはもとより各種電子機器の波形観測，研究開発においても十分使用できるように設計されています。

1.2 特　　長

○ ２現象動作切換えスイッチの採用

モードスイッチにより垂直軸２現象動作と水平軸２現象動作に切換えられますので，多用途な波形観測ができます。

○ アルミダイキャストを使用

美しい外観と保守サービス等に十分耐える強度を得るために前面フレームにアルミダイキャストを使用しています。

○ トリガ周波数の広帯域化

本器のトリガ周波数帯域幅は 10Hz 〜 5MHz になっていますので，10Hz 以上の周波数でトリガがかかり，低周波数での位相観測，波形観測ができます。

○ 高輝度ブラウン管の採用

ビーム透過率の優れたブラウン管の採用により，最高掃引時に於いても十分な輝度を有しています。

○ 高圧を安定化

当社独自の安定化回路により，電源電圧の変動に強く安定した測定を可能にしています。

承認　校正　菊水電子工業株式会社　取扱説明書書式　NP−32635 B　790100-30SK17　作成 年月日　仕様 番号 S−793901

○　トレース・ローテーション回路の採用

地磁気等により生じる輝線の傾きを前面パネルより簡単に修正する事が出来ます。

○　CHOP, ALT動作が自動切換

２現象動作時にわずらわしいCHOP,ALT動作の切換を掃引時間に合わせTIME/DIVのスイッチに連動し自動切換となっています。

○　X－Y動作がワンタッチ

垂直動作モードをX－Yに切換えるだけで，CHL入力がX軸，CHR入力がY軸となるX－Yスコープになります。

S－793902

2. 仕　　様

垂直軸偏向部

項目	規格		注
感度	10mV/DIV〜1V/DIV		1. 10ステップ GNDを含め4レンジ
感度誤差	パネル表示値の±5%以内		VARIABLEをCALの位置で
感度変化範囲	10倍以上		レンジ間を連続可変
周波数帯域幅	DC：DC〜5MHz　−3dB以内 AC：2Hz〜5MHz　−3dB以内		50kHz，8DIV基準で測定,
立上り時間	約70nS		計算値
入力インピーダンス	1MΩ±2%, 30PF±2PF		並列，プローブ使用可
入力端子	BNC形レセプタクル		
最大許容入力電圧	400Vp_p　1分間		DC＋ACピークで，ACは1kHz以下の周波数
入力結合方式	AC, DC		
DCバランス	±0.5DIV以内		
MODE	CH L	単独動作	
	CH R	単独動作	
	STEREO	CHOP動作 (10mS/DIV〜1mS/DIV)	トリガソースがCHL及びCHL＋CHRの時
		ALT動作 (100μS/DIV〜1μS/DIV)	トリガソースがNORMの時はTIME/DIVの全レンジALT動作
	H	水平2現象動作	
	V	垂直2現象動作	
CHOP周波数	約100kHz		
オーバーシュート	3%以下		100kHz方形波，4DIVで
チャンネル間干渉	500：1以上		100kHz，8DIVで
直線性	CRT管面の中央4DIVの信号を上，下の有効域いっぱいに動かして縦方向の伸縮が±0.2DIV以内		

トリガリング

項目	規格		注
トリガソース	CHL	CHL のみの信号でトリガする。	
	CHL + CHR	CHL，CHR の和の信号でトリガする。	CHL，CHR は同一の繰返し信号のこと。
	NORM	CHL，CHR の信号でトリガする。	
	EXT	EXT TRIG IN 端子の入力信号でトリガする	
トリガ感度	INT	10Hz ～ 5MHz 0.5 DIV 以上	管面の振幅で示す
	EXT	10Hz ～ 5MHz 0.5 Vp-p 以上	
トリガ方式	AUTO	トリガ掃引	無信号時及びトリガを外した時，自動的にフリーランする。又，10Hz 以上の入力信号周波数に対しては，トリガ感度の項を満足する。
極性	＋のみ		
結合	AC 結合		
外部トリガ入力インピーダンス	約1 MΩ，50 pF 以下		並列
外部トリガ最大許容入力電圧	100 Vp-p		DC＋AC ピークで，AC は1 kHz以下の周波数
外部トリガ入力端子	BNC形レセプタクル		

水平軸偏向部

項　目	規　格		注
掃引時間	1 μS/DIV〜10 mS/DIV		1，10ステップ，5レンジ
掃引時間変化範囲	10倍以上		レンジ間連続可変
掃引時間誤差	パネル表示値の±5%以内		VARIABLEはCALで
掃引方向	MODE・V	CH L，CH R とも管面の左端から右端に掃引する。	
	MODE・H	CH L は管面の左端から中央に，CH R は管面の右端から中央に掃引する。	内部結線の切換により CH L は管面の左端から中央に，CH R は管面の中央から右端に掃引可能。
X－Y 動作方式	CH LがX，CH RがY		X＝水平軸，Y＝垂直軸
X 軸感度	垂直軸偏向部のCH Lに同じ		
X軸周波数帯域幅	DC：DC 〜1MHz −3dB以内 AC：2Hz〜1 MHz −3dB以内		50kHz，10DIV基準
X軸入力インピーダンス	垂直軸偏向部のCH L に同じ		
X軸最大許容入力電圧	垂直軸偏向部のCH L に同じ		
X－Y 位相差	50 kHz で3°以内		

校正電圧

項　目	規　格	注
波形	正極性方形波	
出力電圧	0.5 Vp−p　±5%以内	
周波数	1 kHz ±25% 以内	
デューティレシオ	45：55〜55：45	
出力端子	チップ端子	

プラウン管

項目	規格	注
種類	133㎜ 丸形ブラウン管	高輝度タイプ
蛍光色	B31	緑色
加速電圧	約1600V	安定化
有効面積	8×10DIV	1DIV≃9.5㎜
ブランキング	G1	

電源部

項目	規格	注
供給電圧範囲	100V, 110V, 120V, 220V, 230V, 240V各電圧値の±10%	コネクタにより内部でタップを切換えられる
消波数	50～60Hz	
消費電力	約20VA	

機構部

項目	規格	注
外形寸法	244W×184H×370D㎜ 250W×210H×435D㎜	 最大部
重量	約7Kg	

環境条件

項目	規格	注
使用範囲	5℃～35℃　85%RH 以下	仕様を満足する温度範囲
動作範囲	0℃～40℃　90%RH 以下	動作する温度範囲

S-793906

構　　成

本機は次の様に本体と付属品で構成されています。

本　　体	1
付 属 品	
942A形 端子アダプタ	2
取扱説明書	1

別売付属品

960 BNC形プローブ（10:1，1:1）

※ お求めは当社営業所又は代理店へお申し付け下さい。

3. 使　用　法

3.1 正面パネルの説明（第1図参照）

No.	パネル表示名	説　　明
①	POWER ON, OFF	電源スイッチです。OFF の位置で電源が切れ ON の位置で電源が入ります。
②	INTEN	輝線の明かるさを調整します。左へ回すと暗くなり，右へ回すと明かるくなります。
③	(LED)	電源のオン，オフを表示します。
④	TRACE ROTATION	地磁気等の影響による輝線傾きを調整します。細めのマイナスドライバーで調整して下さい。
⑤	FOCUS	管面の波形がシャープになる様調整します。
⑥	CALIB 0.5 Vp-p	校正電圧の出力です。プローブの校正に使用し，約 1 kHz，0.5 Vp-p の方形波が出力されます。
⑦	⏚	アース端子です。
⑧	POSITION ↕	CH R（又は Y 軸）の垂直位置調整器です。左回しで，下方へ，右回しで上方へ管面波形を移動できます。
⑨ ⑩ ⑪ ⑫	MODE	CH L 及び CH R 増幅器の動作様式を切換えるプッシュボタンスイッチです。
	CH L⑫	CHL：CH L の垂直増幅器のみ動作し，単現象のオシロスコープになります。
	CH R⑪	CH R：CH R の垂直増幅器のみ動作し，単現象のオシロスコープになります。
	(BOTH IN) STEREO	STEREO：CH L，CH R のボタンを同時に押すことにより CH L，CH R の各垂直増幅器が CHOP 又は ALT で切換わり，2 現象のオシロスコープになります。 CHOP 又は ALT 動作は TIME/DIV スイッチの設定で自動的に切換わります。
	X－Y⑩	X－Y：CH L が X 軸（水平軸），CH R が Y 軸（垂直軸）に切換わり，X－Y 動作になります。

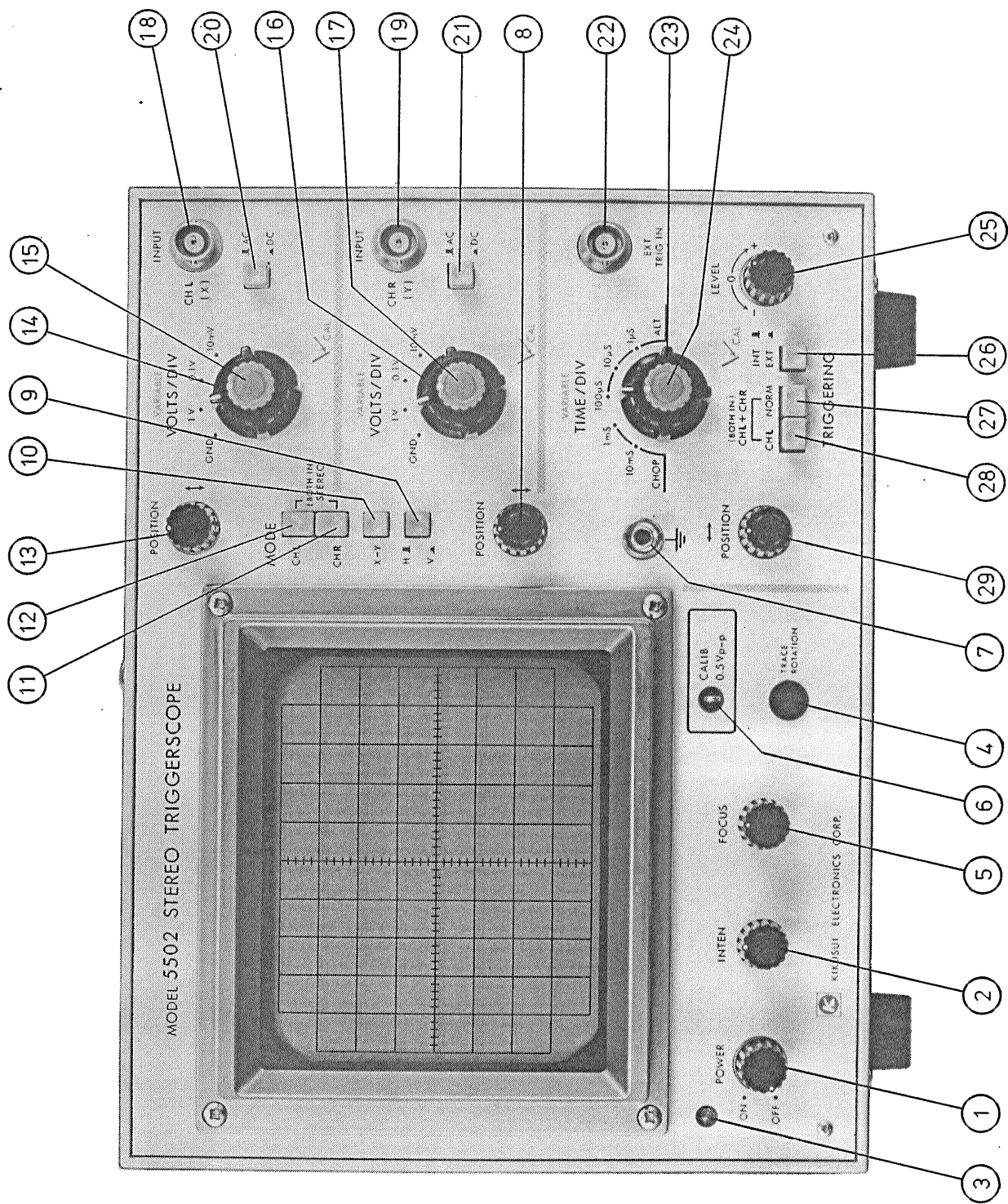
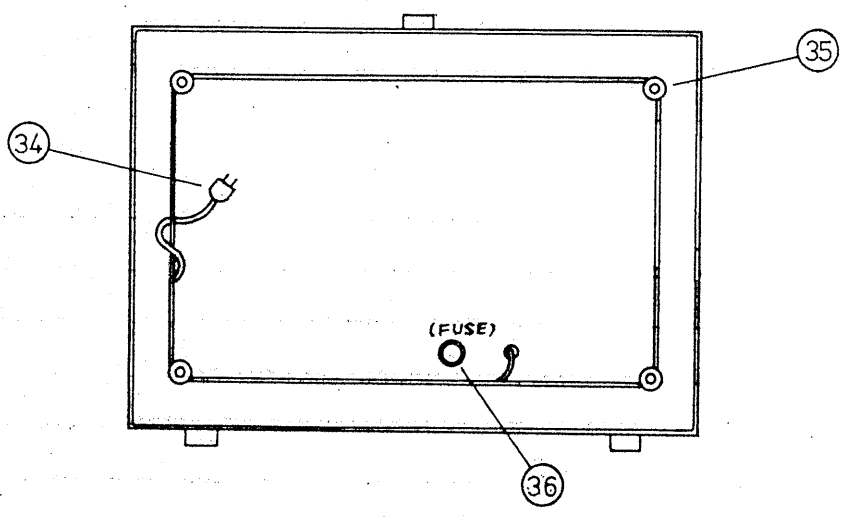
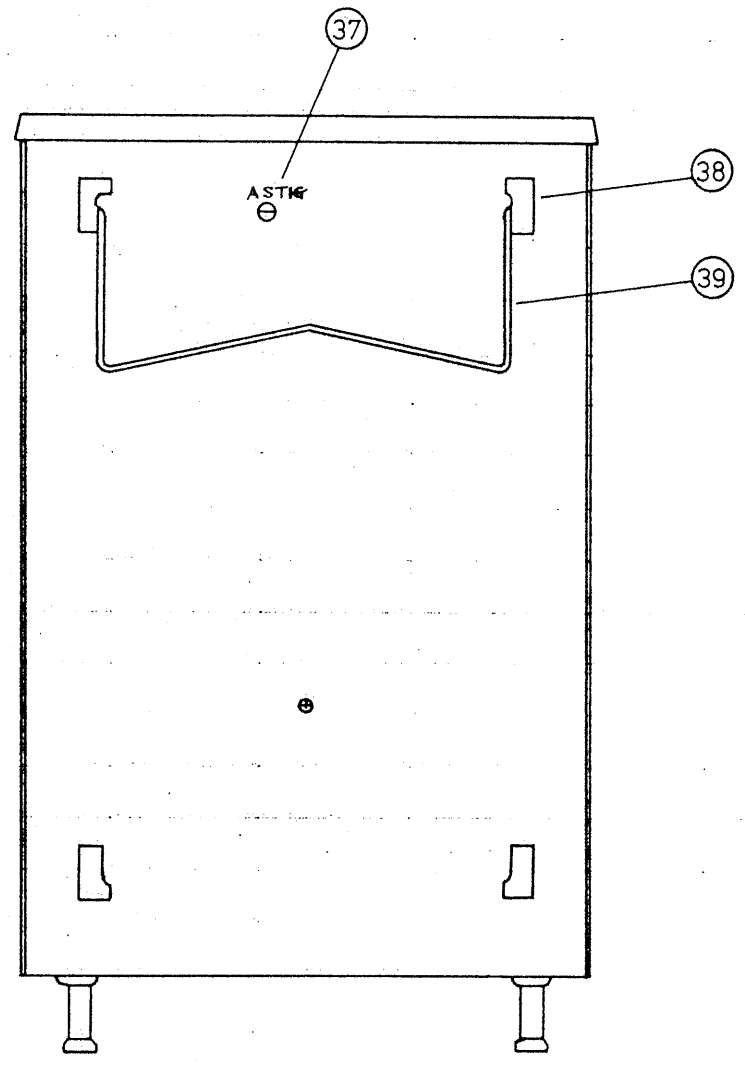
No.	パネル表示名	説　　明
	H▇ V▁ ⑨	H▇：CHL, CHR の信号が水平方向左，右に描かれる水平２現象オシロスコープになります。 V▁：通常の２現象オシロスコープになります。
⑬	POSITION ↕	CHL の垂直位置調整器です。動作についてはNo.⑧と同じです。
⑭ ⑯	VOLTS/DIV	CHL（又はX軸），CHR（又はY軸）の感度を10mV/DIVから1V/DIVまでGNDを含めて4レンジに切換えるロータリスイッチです。 管面振幅を適当な大きさになる様設定します。 GND レンジでは入力信号はオープンとなり，増幅器の入力が接地されます。輝線の0レベルの確認に使用します。
⑮ ⑰	VARIABLE	CHL（又はX軸），CHR（又はY軸）の連続利得可変調整器です。VOLTS/DIV（⑭，⑯）の各レンジで感度を連続変化させます。 （CALの位置において，感度はVOLTS/DIVの指示値に校正されます。）
⑱ ⑲	CHL（X） CHR（Y）	CHL（X）及びCHR（Y）の入力端子です。 X－Y動作時はCHLがX軸（水平軸）入力端子となります。 960 BNC形プローブ又は942A形端子アダプターにより信号を入力します。
⑳ ㉑	▇ AC ▁ DC	入力結合を選択するスイッチです。ボタンが出た状態でAC結合，押してDC結合となります。
㉒	EXT TRIG IN	外部同期の入力端子です。 トリガリングスイッチ㉖をEXTにすると，この端子の入力信号でトリガされます。
㉓	TIME/DIV	水平掃引時間を10mS/DIVから1μS/DIVまで5レンジに切換えるロータリスイッチです。
㉔	VARIABLE	掃引時間の連続可変調整器です。TIME/DIV㉓の各レンジ間の掃引時間をカバーします。 （CALの位置において掃引時間はTIME/DIV㉓の指示値に校正されます。）

No.	パネル面表示名	説　　明
㉕	LEVEL −←0→+	観測波を静止させ，且つ書き出し点を調整するトリガレベル調整器です。 →+で上へ，−←で下へトリガレベルを移動できます。
㉖ ㉗ ㉘	TRIGGERING (BOTH IN) CHL+CHR　INT CHL　NORM　EXT ㉘　㉗　㉖	トリガソースを切換えるトリガリングスイッチです。 INT：トリガソースが内部となり，スイッチ㉗，㉘で選択された信号でトリガされます。 EXT：トリガソースが外部となり，EXT TRIG IN 端子㉒の入力信号でトリガされます。 CHL：トリガソースがCHLとなり，CHLの信号でトリガされます。 NORM：トリガソースがCHL及びCHRとなります。 (BOTH IN) CHL＋CHR：トリガソースがCHLとCHRの和となり，CHL＋CHRの信号でトリガされます。CHLとCHRに加える信号は同一繰返し信号で位相差が180°以内に限ります。
㉙	←→ POSITION	水平増幅器の水平位置調整器です。 右回しで右方へ，左回しで左方へ移動できます。

3.2 背面パネルの説明（第2図参照）

No.	パネル面表示名	説明
㉞	———	AC セパラグラグ付電源コードです。
㉟	———	コード巻と兼用の足です。 本器を縦にした位置で使用する時の足です。
㊱	（FUSE）	ヒューズホルダーです。 電源電圧が100V 系では0.5A，200V系では,0.3Aのヒューズを使います。 左へ回転させるとキャップが外れ，ヒューズが取り出せます。

3.3 底面パネルの説明（第3図参照）

No.	パネル面表示名	説明
㊲	ASTIG	FOCUS ⑤ツマミと共に輝線又は，輝点が最もシャープになる様に調整する非点収差除去用の半固定抵抗器です。
㊳	———	スタンド取付と共用の足です。
㊴	———	本器を傾斜して使用する時のスタンドです。 接写装置を使用する時は，使用しないで下さい。

第 2 図

第 3 図

3.4 取扱い上の注意

○ 電源電圧

本器の電源入力電圧は，100V±10%の範囲で正常に使用できます。
この範囲外の電源電圧での使用は，故障，或いは動作不完全の原因になりますので，後述する"電源電圧の変更"の項に従って下さい。

○ 周囲温度

本器が正常に動作するための周囲温度は， 5℃～35℃の範囲です。

○ 環 境

高温，多湿の環境で長期間の使用，又は放置は，故障の原因になり，本器の寿命を短かくしてしまいます。

又，周囲に強力な磁界や電磁波等のラジエーションがある場所での使用は波形観測に悪影響を与えます。

○ ブラウン管の輝度

ブラウン管の輝度を明るくし過ぎたり，スポットのままで，長時間放置しないで下さい。
ブラウン管の寿命を大きく損ないます。

○ 入力端子の耐電圧

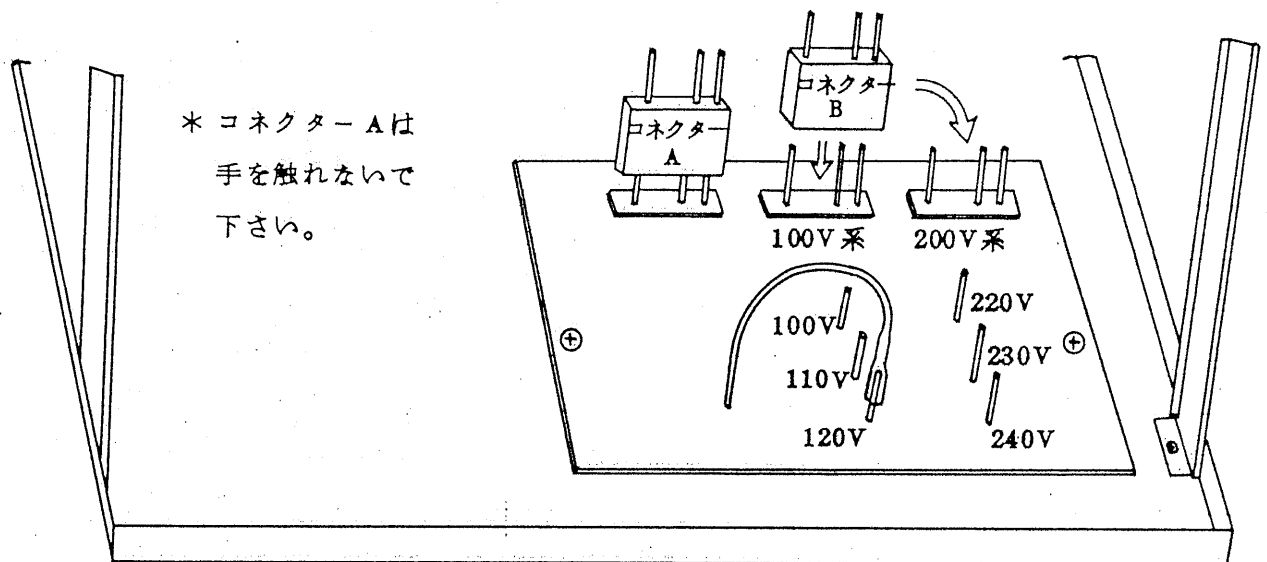
各々の入力端子及び別売のプローブは，次のように最大許容入力電圧が規定してあります。
規定以上の電圧を加えると，故障又は破損することがありますので，注意が必要です。

端 子	最大許容入力電圧
垂直軸入力端子	400Vp−p（DC＋ACp 1分以内）
プローブ（960 BNC 別売品）	600Vp−p（DC＋ACp 1分以内）
EXT TRIG IN	100Vp−p（DC＋ACp）
但し，ACは1 kHz以下の繰り返し周波数	

3.5　電源電圧の変更

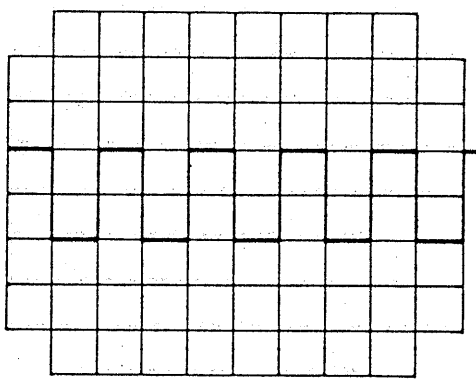
本器は，100V 以外での電源電圧の使用にも応じられるように設計されています。

使用電源電圧に応じ，下表に従い，各々タップ，コネクター B の位置，ヒューズ等を切換え，又交換して使用して下さい。

タップ電圧	使用電圧範囲	使用ヒューズ	コネクタの位置
100V 110V 120V	90 ～110V 99 ～121V 108 ～132V	0.5 A	電源トランスからのコネクター B を 100 V系の位置に差し込む。
220V 230V 240V	198 ～242V 207 ～253V 216 ～264V	0.3 A	電源トランスからのコネクター B を 200 V系の位置に差し込む。

第 4 図

<注意>

- 電源電圧の切換えを行なうときは，必ず電源コードのプラグを，電源コンセントから抜いて下さい。
- 使用電源に合った規格のコード，プラグを使用して下さい。
- ラインフィルター用のコンデンサを，交換する必要は有りません。

4. 操　　作

4.1 初めの操作（第1図参照）

電源を投入する前に正面パネルのツマミを次の様に設定して下さい。

名　称	No.	設　定
POWER	①	OFFの位置
INTEN	②	ほぼ中央
FOCUS	⑤	ほぼ中央
MODE	⑫	CHL ⑫のボタンを押す
↕ POSITION	⑧, ⑬	ほぼ中央
VOLTS/DIV	⑭, ⑯	GNDの位置
VARIABLE	⑮, ⑰	CAL の位置
AC , DC	⑳, ㉑	AC の位置
H , V	⑨	V の位置
TIME/DIV	㉓	1 mS の位置
VARIABLE	㉔	CAL の位置
TRIGGERING	㉖ ㉗ ㉘	CHL ㉘のボタンを押す
←→ POSITION	㉙	ほぼ中央

以上のようにセットしてから，電源コードを規定の電源に接続します。その後続けて次の操作をして下さい。

1) POWER スイッチ①を OFF の位置から ONの位置にします。
   カチッと音がしてPOWER ONとなり，ツマミ左上のLED（発光ダイオード）が点灯します。
2) 約10秒後,管面に一本の輝線（トレース）が現われたら，INTEN ツマミ②を調整し適当な明かるさにします。
   20秒以上待っても輝線が現われない時は，再度上表に従ってやり直して下さい。
3) CHL 入力端子⑱に付属の942A形端子アダプターを取り付け，リード線等によりCALIB0.5Vp-p 端子⑥の信号を接続します。

4）VOLTS／DIV ⑭ を0.1 Vの位置にし，VARIABLE ⑮を調整して振幅を2 DIVに合わせ，LEVEL ㉕ を回し波形が静止するように調整すると，第5図のように波形が観測できます。

第 5 図

5）FOCUS ツマミ⑤を回し，波形が最もシャープになるように調整します。

6）波形を観測する時には，VOLTS／DIV スイッチ⑭，TIME／DIV スイッチ㉓を調整して観測に適した振幅，山数にセットします。

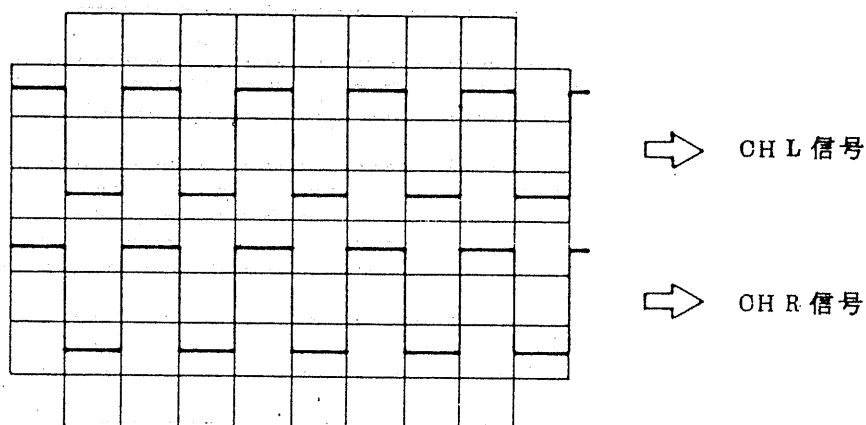
7）↕ POSITION ツマミ⑬，⟷ POSITION ツマミ㉙を調整し，観測波形をスケールに合わせ，電圧（V），周期（T）等を読みとります。

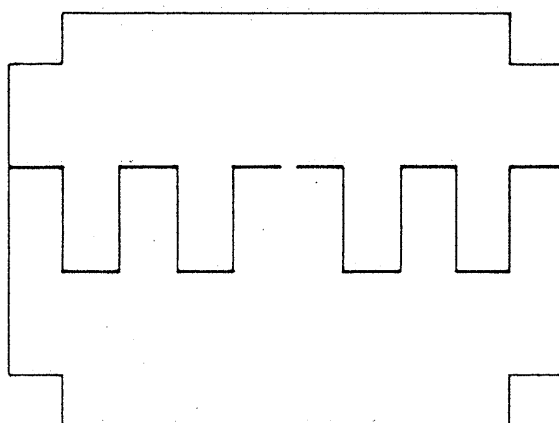
以上の操作はCH L を単独動作させた時の説明です。CH R の単独動作を行なう時は，操作説明文中のCH L に関する操作をCH R に置き換えることにより動作させることができます。但しCH R を単独動作させる時はトリガリングスイッチのNORM ㉗ を押すか，CH L＋CH R（CH L ㉘ とNORM ㉗ を同時に押す）にして下さい。

2現象動作や一般的な操作について次項に述べます。

4.2　2現象動作

MODEスイッチのCHL⑫とCHR⑪のスイッチを同時に押して，STEREO動作にすると，もう一本の輝線が現われます。これがCHRの輝線です。（前項の説明での輝線はCHLのものです。）前項までの操作で，CHLは校正電圧波形が，CHRは信号が入力されていないため横一本の輝線が現われます。

次にCHR入力端子⑲にCHLと同様にして校正電圧を加え，VOLTS/DIV⑯を0.1Vの位置にします。VARIABLE ㉔と↕ POSITION ⑧，⑬を調整すると第6図の様に2現象波形が観測できます。

第6図

この時，MODEスイッチ⑨をV▁からH▉にして↕POSITION⑧，⑬を調整すると第7図の様に水平方向左右にCHL，CHRの波形が描かれます。この状態が水平2現象動作です。

第7図

2現象動作（STEREO）においては，トリガリングの選択によって振幅観測や位相観測に適した操作を行なって下さい。振幅観測の時にはトリガリングスイッチをCHL＋CHR（CHL㉘とNORM㉗を同時に押す）にし，位相観測の時にはトリガリングスイッチをCHL（㉘を押す）にして下さい。

又，CHL，CHR に異なった周波数の信号を入力する時は，トリガリングスイッチをNORM（㉗を押す）にして下さい。

本器の2現象動作はCHOP，ALT 動作の切換ツマミがありません。実際には，TIME/DIV ㉓ と連動し，1mS/DIV 以下のレンジでCHOP 動作，100μS/DIV 以上のレンジで ALT 動作する様になっています。

但し，トリガリングがNORM ㉗ の時はTIME/DIV の全レンジで ALT 動作となります。

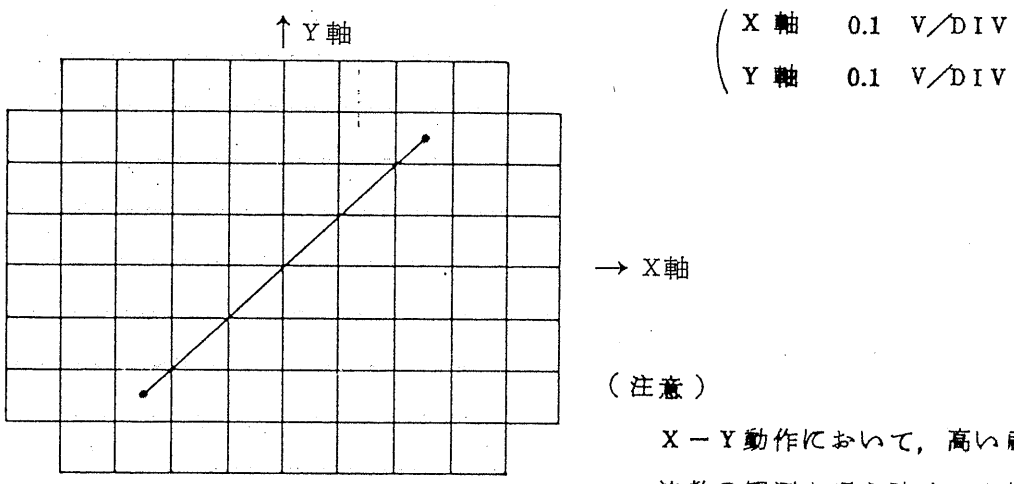
4.3　X－Y動作

MODE スイッチをX－Y⑩に切換えます。この単一動作でCHLがX軸，CHR がY軸のX－Yスコープになります。

Y軸はCHR と同じ電気特性で使用でき，操作も変わりません。

X軸は周波数帯域幅がDC～1MHz(−3dB) となり，CHL のPOSITION ⑬は動作しなくなりますが，水平軸のPOSITION ㉙ がそのままX軸POSITION として動作します。それ以外は，CHL と同じ電気特性で，操作も変わりません。X軸，Y軸の入力に校正電圧を加え，各々のVOLTS/DIV を調整すると，第8図の様に方形波のリサージュ波形を観測することができます。

（X軸　0.1　V/DIV
Y軸　0.1　V/DIV）

第8図

（注意）

X－Y動作において，高い周波数の観測を行う時は，X軸，Y軸間の周波数帯域幅，位相差に注意して下さい。（50kHz で，3°以内）

5.　測　定　方　法

5.1　入力信号の接続方法について

本器の信号入力端子から見た入力インピーダンスは，抵抗分1MΩ，並列容量30pFで，別売のプローブを使用した時，抵抗分10MΩ，並列容量約20pF となります。

本器と観測信号源の接続方法は種々ありますが，主なものに普通の被覆線を用いる方法，シールド線を用いる方法，プローブを用いる方法，同軸ケーブルを用いる方法などがあります。これらの方法は次のような条件により使い分けられます。

入力信号源の出力インピーダンスの大小

入力信号の大きさと周波数

外部からの誘導の大，小

入力信号源とオシロスコープ間の遠近

入力信号の種類による接続方法を分類すると次のようになります。

入力信号の種類 ＼ 接続方法			被覆線	シールド線	プローブ	同軸ケーブル	その他
低周波	低インピーダンス	近	○	○	○	○	
		遠		○		○	
	高インピーダンス	近		◍	○	◍	
		遠		◍		◍	
高周波	低インピーダンス	近			○	○	
		遠				○	
	高インピーダンス	近			○	◍	
		遠					

（○：良　◍：やや良）

- 被覆線を用いる方法

垂直軸の入力端子に942A形端子アダプタを取り付けてこのアダプタに被覆線を接続します。

この方法は，簡単でしかも入力信号が減衰しない利点があります。しかし，被覆線が長い時や，入力信号源の出力インピーダンスが高い場合は，外部から誘導を受け観測に支障をきたします。

又，対アース間の浮遊容量も大きく，減衰比10：1のプローブを使用した時に比べると，被測定回路等におよぼす影響は大きくなります。

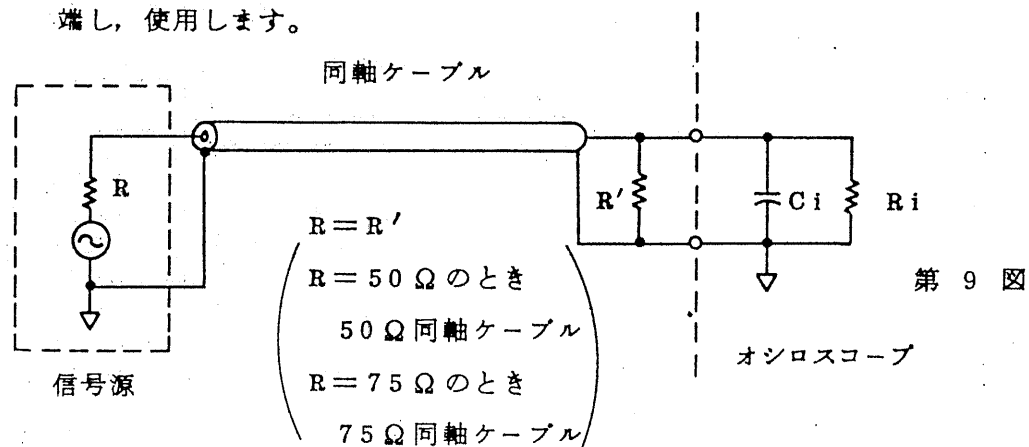
○　シールド線を用いる方法

シールド線を使用することにより，外部からの誘導を防止できます。しかしシールド線の容量は，50pF／m～100 pF/m等と大きいので，入力信号源の出力インピーダンスが高い場合は適しません。また，高周波にも適しません。

○　同軸ケーブルを用いる方法

入力信号源の出力インピーダンスが 50Ω，75Ω等のときは，インピーダンスの合った同軸ケーブルを用い，マッチングをとることにより，高い周波数成分まで減衰させずに接続することが出来ます。

マッチングを取る場合は，第 9 図の様にオシロスコープの入力側に，同軸ケーブルの特性インピーダンスに合った 50Ω又は，75Ω の純抵抗Rで終端し，使用します。

第 9 図

○　プローブを用いる方法

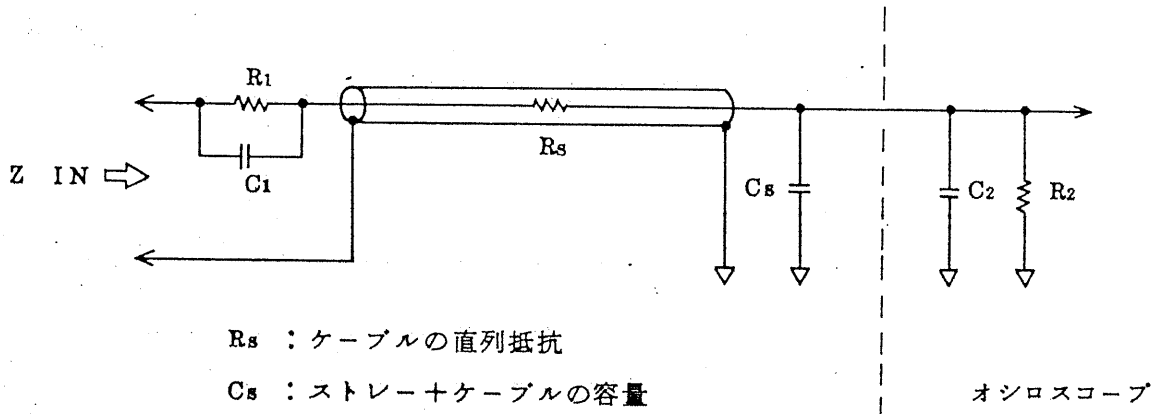
減垂比10：1のプローブ（別売品の960 BNC形プローブ）を用います。

プローブは第 10 図の様にオシロスコープからプローブ本体までの線及びプローブ本体は電気的にシールドされ，外部の誘導等の影響が受け難くなっています。又，プローブ本体はオシロスコープの入力インピーダンスと，一種の広帯域アッテネータを形成される様になっていますので，直流分から高い周波数成分まで歪なく接続することが出来ます。

プローブを使用すると信号は 1/10 に減衰しますが入力インピーダンスが抵抗分 10MΩ，容量分約 20 pF と非常に高くなりますので，被測定回路に与える影響が極端に小さくなります。

以下に詳細を説明します。

Rs ：ケーブルの直列抵抗

Cs ：ストレー＋ケーブルの容量

オシロスコープ

第 10 図

プローブは，オシロスコープの入力抵抗 R2 と減衰器を構成するような R1 と，これに並列に C1 を接続してオシロスコープの入力容量 C2 とケーブルの静電容量 Cs とを補償する広帯域アーテネータを構成しています。

入力インピーダンス Z IN は次式になります。

$$Z\ IN = \frac{R_1 + R_2}{\omega C(R_1 + R_2) + 1} \quad C = \frac{C_1 \times (C_2 + C_s)}{(C_1 + C_2 + C_s)}$$

減衰比 A は

$$A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(= \frac{1\,M\Omega}{9\,M\Omega + 1\,M\Omega} = \frac{1}{10} \right)$$

となります。

＜注意＞

- 3.4 項に記載した最大許容入力電圧を守ること。
- 必ずプローブに付属のアースリード線を使うこと。2 現象で使用する時も，各々のアースリード線を使用して下さい。
- 測定を行なう前に必ずプローブの位相合せを正確にすること。
- プローブに，機械的ショックや強い振動を与えないこと。又，極度に折曲げたり，強く引張らないこと。
- プローブ本体及び先端の材質は，熱に弱いので，リード線を挟んだままで，近くの半田付けをしないこと。

5.2　電圧の測定

直流分のない交流波形や，直流が重畳された波形から，交流分のみの観測を行なうには，垂直軸入力結合スイッチ⑳，㉑をACの位置で使います。又，直流分を含んだ観測を行なうには，DCの位置で使います。

電圧の測定はあらかじめVARIABLE⑮，⑰をCALの位置に設定し，感度をVOLTS/DIV ⑭，⑯の指示値に校正しておきます。

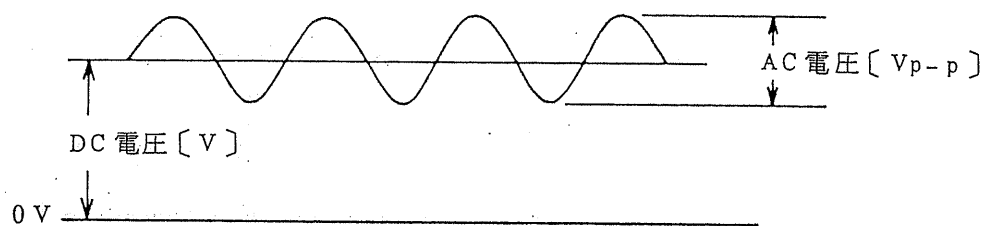
次に観測信号を入力端子⑱，⑲に加えVOLTS/DIV ⑭，⑯を調整して管面に適当な振幅に表示し，その振幅を目盛板によって読みとります。（DC電圧は輝線の移動量を読む。）

この値から下式により電圧値を知ることができます。

1）直接入力端子へ加えた場合

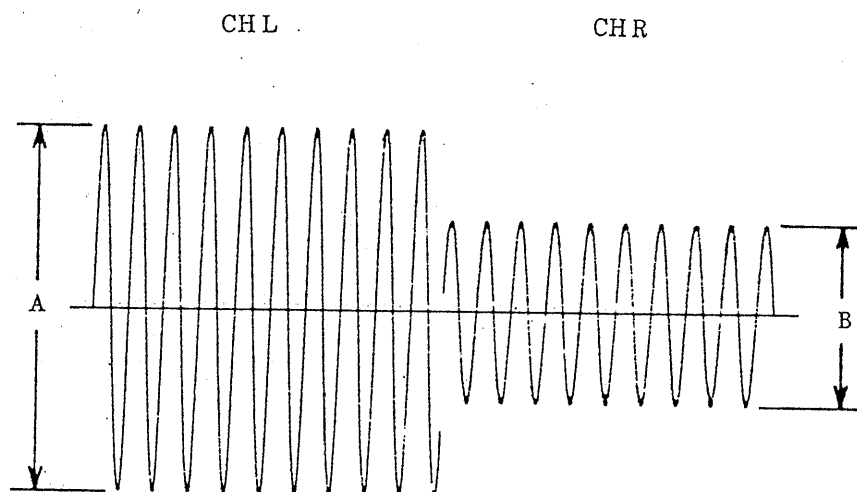
電圧（V）＝観測波振幅（DIV）×VOLTS/DIV の指示値

2）10：1のプローブを使用した場合

電圧（V）＝観測波振幅（DIV）×VOLTS/DIV の指示値×10

第11図

3）CHLとCHRの振幅比較

CHLとCHRの振幅比較を観測する時は，MODEスイッチ⑨をH ▮にして水平2現象動作させ，掃引時間を適当に調整し，CHL，CHRの振幅A（DIV），B（DIV）を測定することにより，振幅差（dB）は次式のようになります。（第12図参照）

$$振幅差(dB) = 20\,\mathrm{LOG}\,\frac{B}{A}$$

第 12 図

5.3　電流の測定（電圧降下法による）

被測定電流 I の流れる回路に直列に，電流検出用の微少抵抗器 R を接続し，その両端の電圧降下 E をオシロスコープで測定します。

オームの法則により，求める電流 I は

$$I = \frac{E}{R} \text{〔A〕}$$

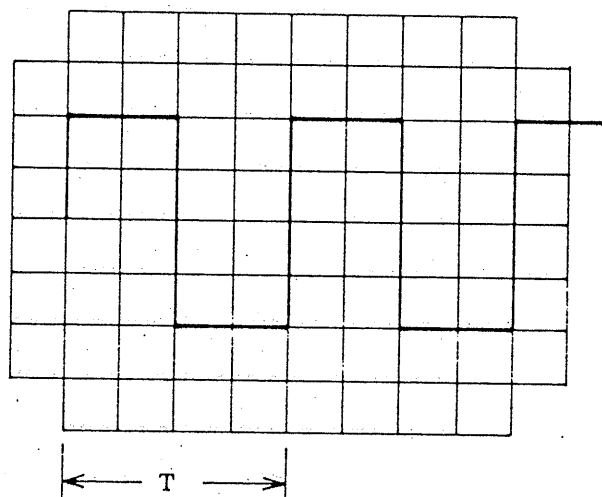
となります。

但し，この R は被測定回路の動作状態を変えない範囲の値でなくてはなりません。

この方法により直流から高い周波数成分の電流まで比較的正確に測定することが出来ます。

5.4　時間の測定

時間間隔の測定

波形の任意の2点間の時間間隔測定は，TIME/DIV の VARIABLE ㉔ を CAL にすることにより，TIME/DIV ㉓ の指示値から時間 T を直読することが出来ます。（第13図）

第 13 図

時間T〔Sec〕＝TIME／DIVの指示値×読み取り長さ〔DIV〕

5.5　周波数の測定

○　波形の1サイクルの時間Tを測定し算出する方法

5.4項で測定した1サイクル当りの時間T（周期）を測定し，次式から算出します。

$$周波数 f〔Hz〕= \frac{1}{周期T〔Sec〕}$$

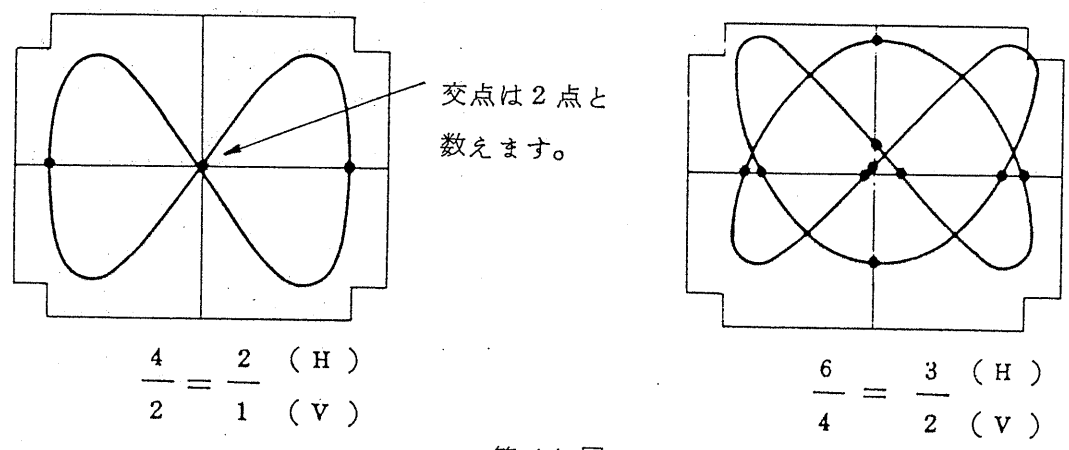
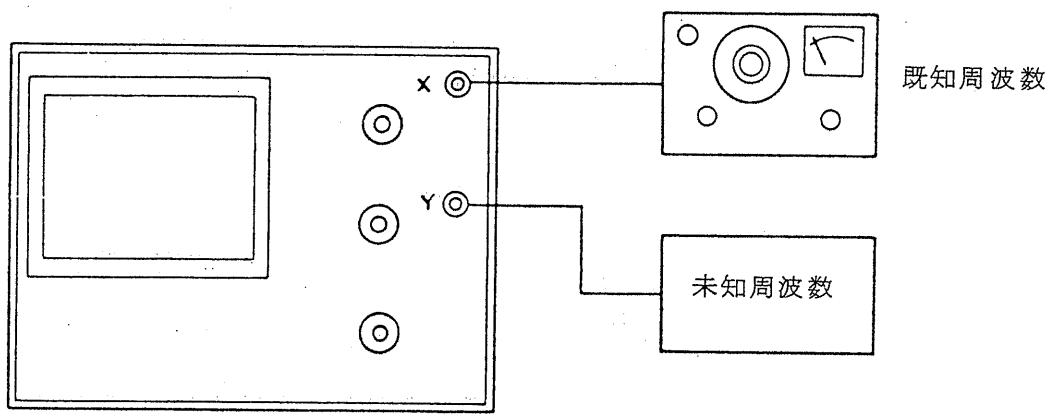
○　リサージュ図形による周波数の測定（第14，15図参照）

MODEスイッチをX－Y⑩にし，X－Y動作とする。（4.3　X－Y動作の項を参照）

X軸に周波数を読むことができる信号発生器（SG）を接続し，Y軸に周波数の未知な信号（被測定信号）を接続する。

各々ツマミを調整し，管面全体に図形が表示されるようにします。

次に，信号発生器の周波数を変化し，第14図のように図形が静止するところを探します。この時の図形から未知の周波数を下式により求めることが出来ます。

$$未知周波数〔Hz〕= \frac{水平目盛線との交点数}{垂直目盛線との交点数} \times 信号発生器の周波数〔Hz〕$$

第 14 図

第 15 図

5.6　位相差の測定

○　2現象動作による測定(1)

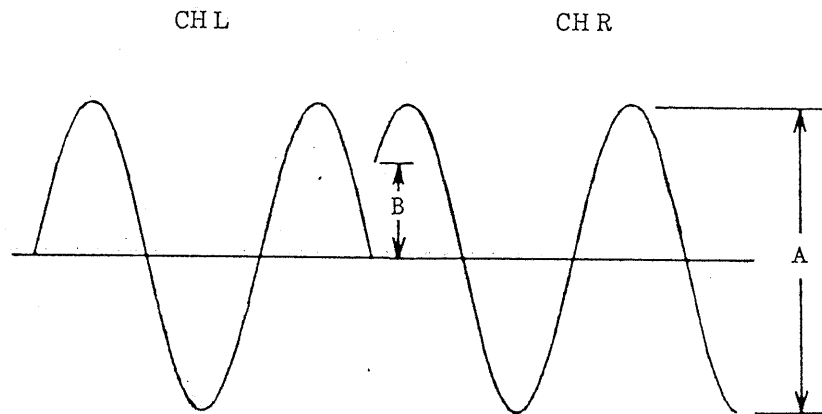
MODEスイッチのCHL ⑫ と CHR ⑪ を同時に押してSTEREO にし，⑨をH ■ にして水平2現象動作をさせます。

トリガリングをCHL（㉘を押す）にして，CHL 入力端子⑱に基準とする信号を加え，CHR 入力端子⑲に測定する信号を加えます。

VOLTS／DIV ⑭，⑯及びVARIABLE ⑮，⑰によりCHL，CHR の管面振幅が等しくなるように調整し，垂直位置をPOSITION ⑧，⑬ により一致させます。

第16図 のように基準信号と測定信号との垂直方向距離を読み，これをB（DIV）とし，波形の振幅をA（DIV）とすれば，位相差αは次式のようになります。

$$\alpha(°) = \mathrm{Sin}^{-1}\frac{2B}{A}$$

この時CHLの書き終わりが0レベルになるようにVARIABLE㉔を調整して下さい。

第16図

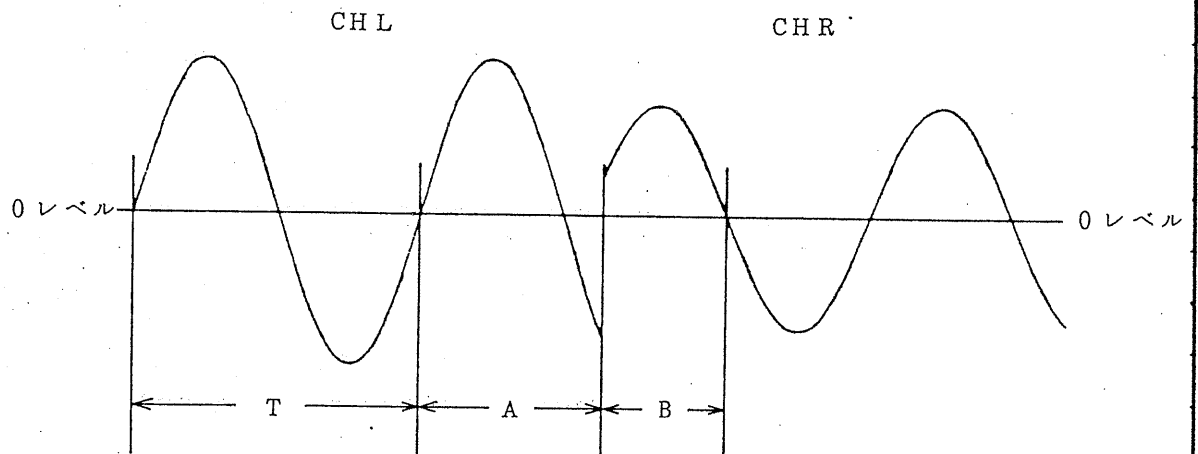
○　2現象動作による測定(2)

前項と同様に水平2現象動作にして，トリガリングをCHL（㉘を押す）にして，CHL入力端子⑱に基準とする信号を加え，CHR入力端子⑲に測定する信号を加えます。

第17図のように基準信号と測定信号が水平軸の目盛を横切る位置のCHL，CHRが接する部分からの水平距離を読み，それぞれA（DIV），B（DIV）として波形の一周期をT（DIV）とすれば，位相差αは次式のようになります。

$$\alpha\ (°) = \frac{A - B}{T} \times 360°$$

但し，A＜Bの時は進み位相，A＞Bの時は遅れ位相，A＝Bの時は同位相です。

この測定方法では，測定が可能であればCHLとCHRの管面振幅は同じにする必要はありませんが，0レベルを互いに正確に合わせる必要があります。

第17図

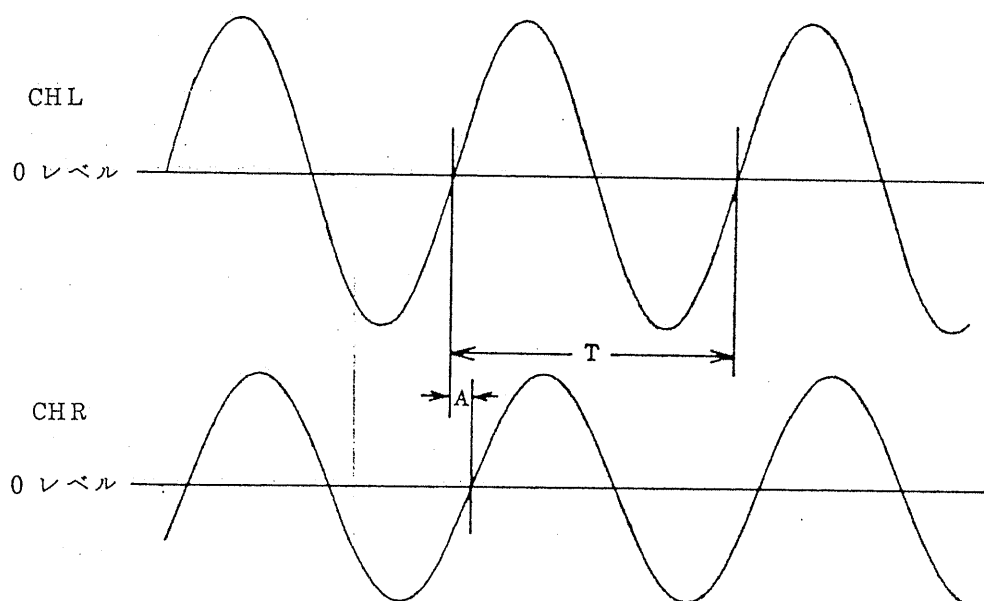
○　２現象動作による測定(3)

トリガリングをＣＨＬ（㉘を押す）にして，ＣＨＬ入力端子⑱に基準とする信号を加え，ＣＨＲ入力端子⑲に測定する信号を加えます。MODE スイッチの⑨を押してＶ＿にし，垂直２現象動作にします。

第18図のように基準信号の垂直目盛を横切る点とＣＨＲのＣＨＬに対応する位置との水平方向距離をＡ(DIV)とし，ＣＨＬの一周期をＴ(DIV)とすれば位相差αは次式のようになります。

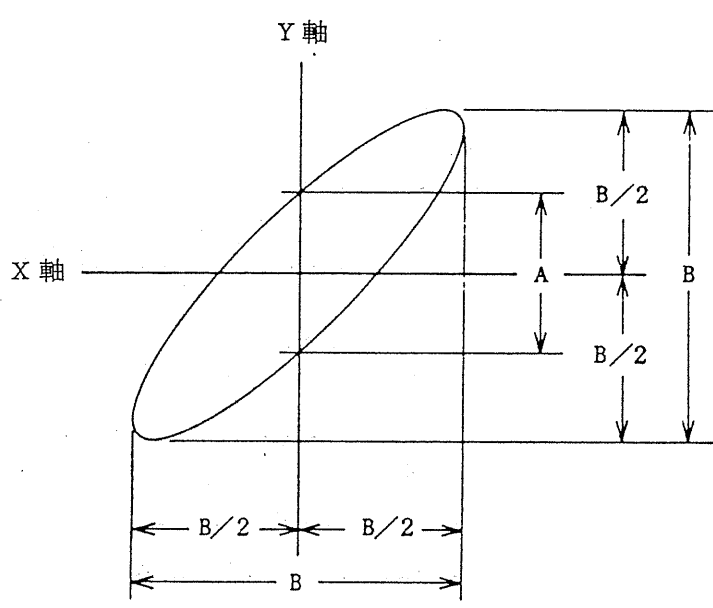
$$\alpha\,(^\circ) = \frac{A}{T} \times 360^\circ$$

但し，ＣＨＬの測定点に対しＡが左にある場合は進み位相，右にある場合は遅れ位相になります。

この測定方法は，測定が可能であればＣＨＬとＣＨＲの管面振幅は同じにする必要はありませんが０レベルを目盛線に合わせると測定しやすくなります。

第 18 図

○ リサージュ図形による測定

MODEスイッチのX－Y⑩を押してX－Y動作にし，X軸入力端子⑱とY軸入力端子⑲に同一周波数の２信号（例えばステレオ信号等）を加え，X軸とY軸の管面振幅を同じにしてリサージュ図形を描かせます。リサージュ図形の中心を管面中央に置いた時のX軸（又はY軸）を横切る点の間隔をA（DIV），X軸（又はY軸）の管面振幅をB（DIV）とすると（第19図），位相差αは次式のようになります。

$$\mathrm{SIN}\quad \alpha = \frac{A}{B}$$

第19図

例えば，X軸，Y軸の入力信号の管面振幅を8DIVにすると，X軸（又はY軸）を横切る点の間隔により位相差は第１表のように求められます。

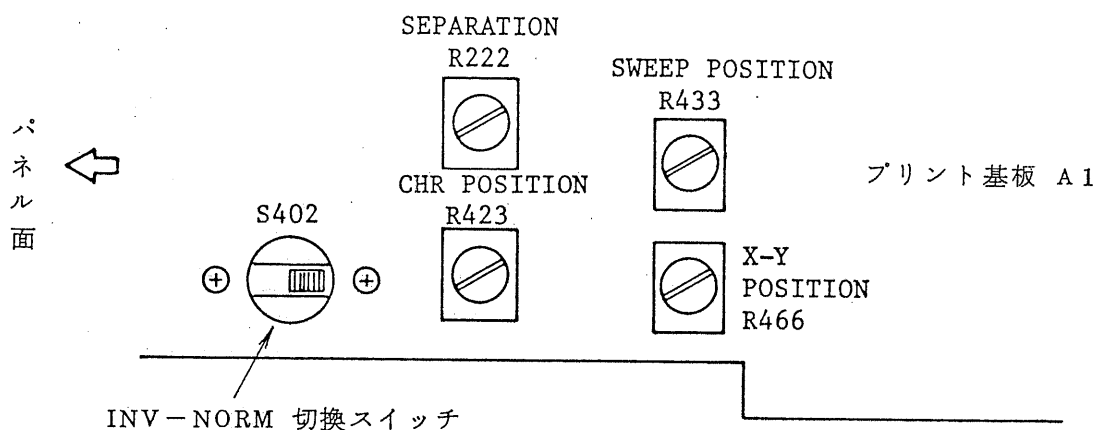
尚，リサージュ図形は位相差が0°±90°以内の時は右あがり，180°±90°以内の時は左あがりになります。又，90°及び270°において円になり，0°において右あがりの直線，180°において左あがりの直線になります。

X軸（又はY軸）の間隔 (DIV)	位相差 (°)
0	0
0.1	0.7
0.2	1.4
0.3	2.2
0.4	2.9
0.5	3.6
1.0	7.2
1.5	10.8
2.0	14.5
2.5	18.2
3.0	22.0
3.5	25.9
4.0	30.0
5.0	38.7
6.0	48.6
7.0	61.0
8.0	90.0

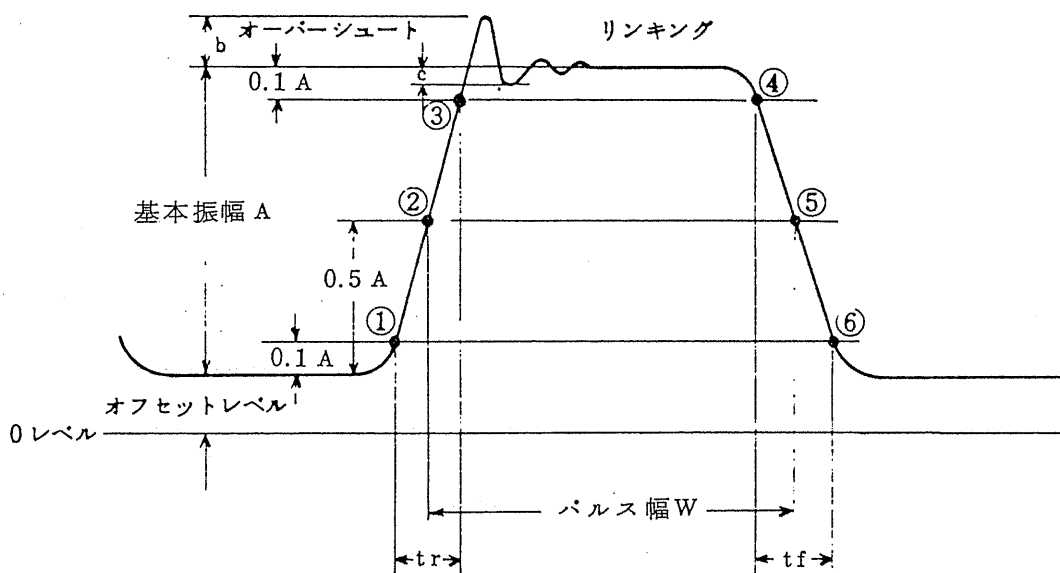
第 1 表

<注　意>　本器の水平２現象動作の掃引方向は工場出荷時にCHLは管面の左端から中央に，CHRは管面の右端から中央に掃引するように接続されていますが，内部のスイッチを操作することによりCHRの掃引方向を管面の中央から右端に掃引するように変更できます。

この場合5.6項で説明している水平２現象動作による位相差の測定は，CHRの掃引方向が180°反転する為，説明通りに測定できなくなります。

尚，掃引方向の変更はプリント基板A１のパターン面にあるスイッチをNORMからINVに切換えるだけでできます。（第20図）

第 20 図

5.7 パルス波形の測定

理想的なパルス波形は，瞬間的にある振幅になりその値を保持し，また瞬間的に基準レベルに降下する方形波と云う事になりますが，実際のパルス波形は第21図の様になり，各部の名称は次のとおり定義されております。

第 21 図

パルス振幅：パルスの基本振幅Aを云う。

パルス幅：基本振幅の50％の点②，⑤の間の時間を云う。

立上り時間：基本振幅の10％の点①から90％の点③までの時間を云う。

立下り時間：基本振幅の90％の点④から10％の点⑥までの時間を云う。

オーバーシュート：立上り部で最初に基本振幅より突き出た部分を云いb/A〔％〕であらわす。

リンキング：立上った部分で振動している所を云い，c/A〔％〕であらわす。

○　立上り時間の測定

パルス波の立上り時間の測定は，管面波形から前項の"時間の測定"に従って tr の値を読むことにより測定出来ます。

しかし，管面波形から測定した立上り時間 tr は，オシロスコープの特性を含んだ値であるため，被測定パルスの立上り時間 tn がオシロスコープの立上り時間 to に近くなる程誤差となって表われます。そこでこの誤差を取り除くためには，下式により計算を求めなくてはなりません。

$$\text{真の立上り時間}\ tn = \sqrt{(tr)^2 - (to)^2}$$

tr ：管面波形の立上り時間

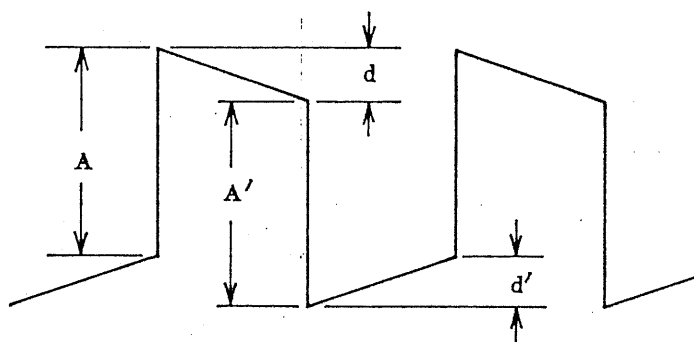
to ：オシロスコープ自体の立上り時間（本器は約 70 nS です。）

なお，参考までに本器の約３倍の立上り時間 210 nS のパルス波形を管面で測定した時の誤差は，約６％になります。

○　サグの測定

パルス波は前頁で説明した各部の名称の他に，第 22 図の様に傾斜した波形になることがあります。（これは，パルス波が低域特性の悪い増幅器等を通過する際，低域成分が減衰を受けるためです。）

この傾斜した部分(d)をサグと呼び，サグの量は一般に下式で算出されます。

$$\text{サグ} = \frac{d}{A}\left(\text{または}\ \frac{d'}{A'}\right) \times 100〔\%〕$$

第 22 図

<注意>

本器を AC 結合で使用すると，低い繰返し周波数のパルス波でサグがあらわれます。低い繰返し周波数のパルス波の観測は，必ず DC 結合で行ないます。

6.　校　　　正

6.1　概　　要

本器を，ある期間使用したら，定期的に校正することをすすめます。

校正は，全般にわたり行なう事が望まれますが，時間の精度を要求する測定が主であれば，特に時間軸の校正を，或いは，垂直軸の感度の精度を要求する測定が主であれば，特に垂直軸の校正をと，必要に応じた校正方法も良いと思います。

しかし，故障修理等を行なつた場合，修理の内容によつては，全般にわたつての校正が必要です。

校正は，出来るだけ本社，及び，営業所，代理店にお申し付け下さい。敏速で適確な校正がなされます。

6.2　直流電源の調整とチエック

本器の校正を行なう場合，初めに直流電源電圧の調整とチエックが必要です。

初めに，＋12V 電源を調整し，他の電源をチエックします。下表に電圧値を，第 24 図に調整ケ所とチエックケ所を示します。

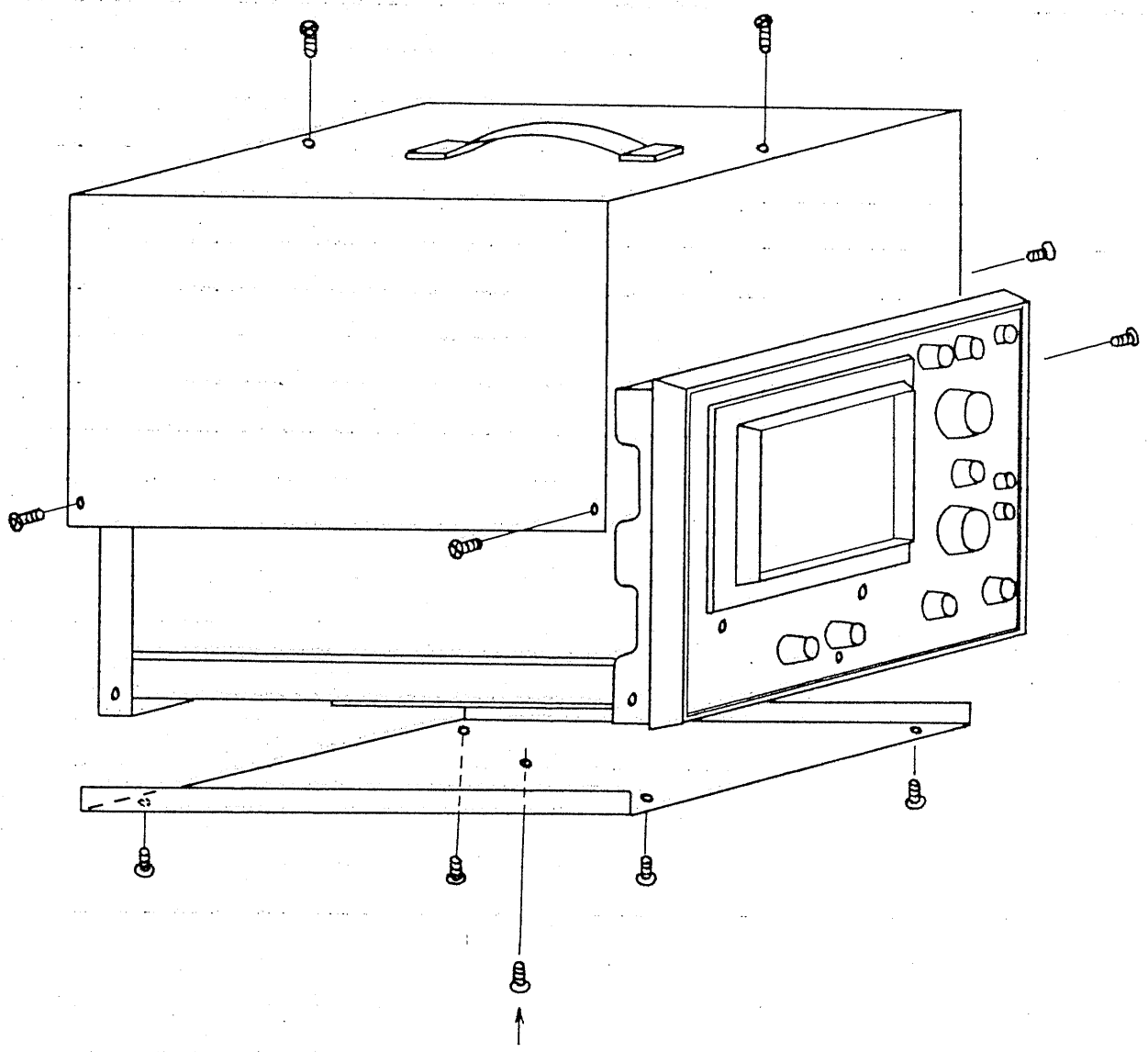
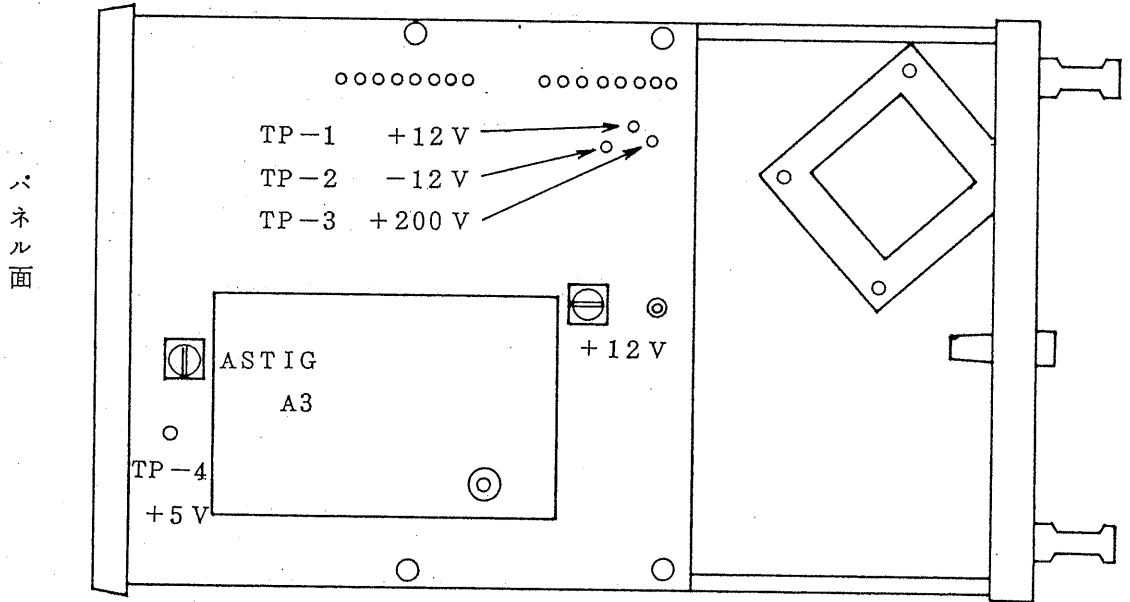
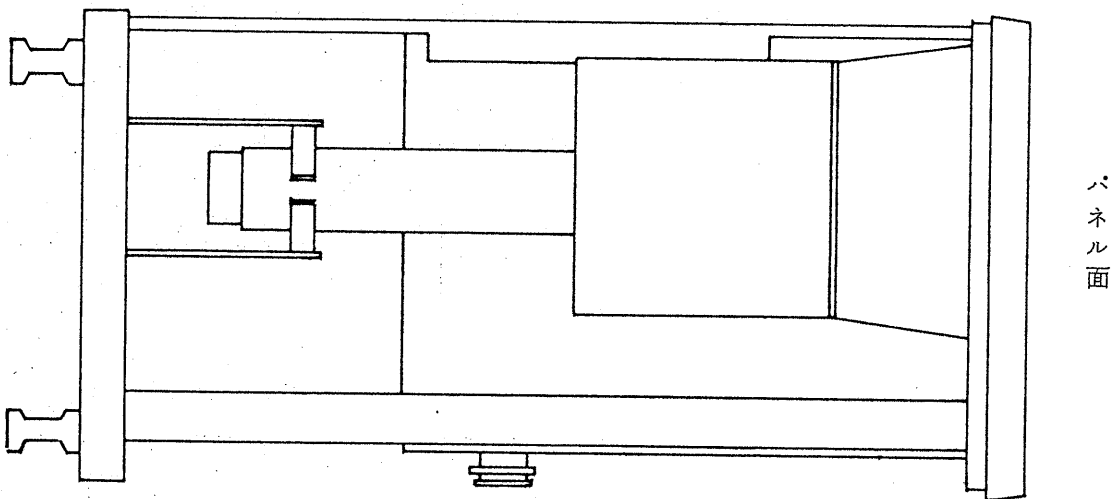
ケースの取り外し方を第 23 図に示します。

直流電源	電圧範囲	調整ケ所及びチエックケ所
+5 V	＋ 4.5 V～＋ 5.5 V	TP － 4
+12 V	＋11.95 V～＋12.05 V	TP － 1　＋12V ADJ を調整
−12 V	−11.80 V～−12.20 V	TP － 2
＋ 200 V	＋ 180 V～＋ 230 V	TP － 3
−1500 V	− 1450 V～−1550 V	TP － 5

電圧の測定は，チエック点とアース間の電圧を測定します。

使用する測定器は，正確なデジタルボルトメータが適します。特に＋12V電源は他の電源の基準となるため正確に調整することが必要です。又，−1500V電源は内部インピーダンスが高いため，測定に使用する電圧計は，入力インピーダンスが十分高い（ 10MΩ 以上 ）ものが必要です。

この調整を行なうと，垂直軸感度，掃引時間等が大きく変化する要因となるため，次頁の校正を必ず行なわなければなりません。

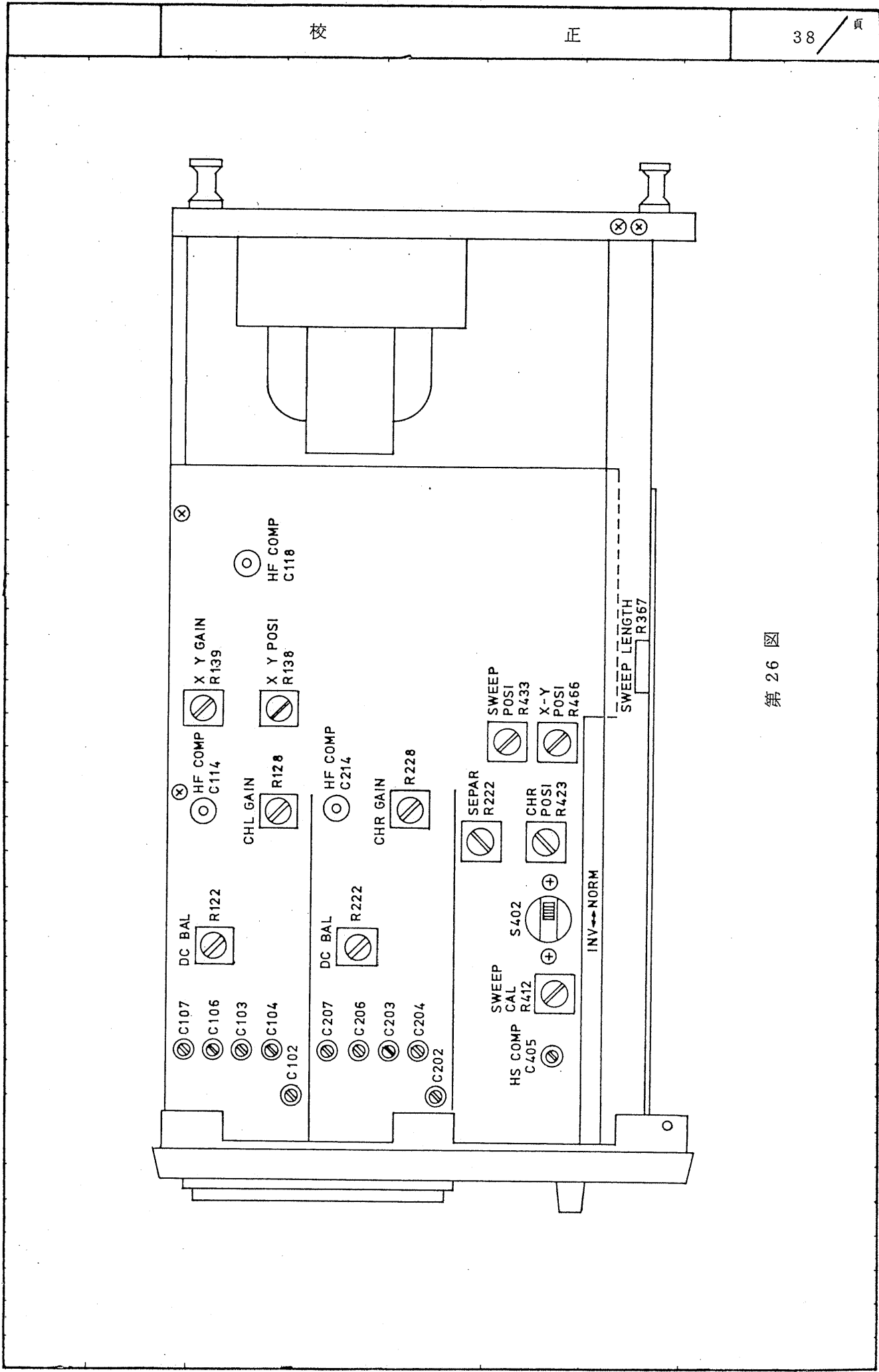
＊　ケースの外し方

第 23 図

下側から見た図
パネル面
TP－1 ＋12Ｖ
TP－2 －12Ｖ
TP－3 ＋200Ｖ
ASTIG
A3
＋12Ｖ
TP－4
＋5Ｖ

第 24 図

左側面から見た図
パネル面

第 25 図

C107
C106
C103
C104
C102
DC BAL
R122
HF COMP
C114
X Y GAIN
R139
CHL GAIN
R128
X Y POSI
R138
HF COMP
C118
C207
C206
C203
C204
C202
DC BAL
R222
HF COMP
C214
CHR GAIN
R228
SEPAR
R222
SWEEP
POSI
R433
HS COMP
C405
SWEEP
CAL
R412
S402
CHR
POSI
R423
X-Y
POSI
R466
INV↔NORM
SWEEP LENGTH
R367

第 26 図

6.3 垂直軸の調整

○ DC BAL の調整

VARIABLE ツマミを回した時の輝線移動を最少にする調整です。

(1) VOLTS/DIV ⑭，⑯を GND レンジにし，管面に輝線を出します。

(2) VARIABLE ツマミを回しながら，輝線移動が最少になるように，DC BAL （第26図参照）を調整します。

○ 感度の校正

VOLTS/DIV スイッチの指示値に垂直軸増幅器の感度を校正します。調整は，出力電圧設定が0.5% 以内の確度をもつ 1 kHz の方形波発振器を使用して行ないます。

(1) 発振器の出力を 80 mV p-p に設定し，垂直軸の入力端子に加えます。

(2) VARIABLE を CAL の位置に固定し，VOLTS/DIV スイッチを 10 mV レンジにして，管面振幅が 8 DIV になる様に CH L，CH R の GAIN（第26図参照）を調整します。

以上の調整で他のレンジも±5% 以内に校正されます。

○ 入力 ATT の入力容量及び位相補正

VOLTS/DIV スイッチは，1/10ステップの入力ATTになっています。この入力 ATT の位相補正がずれていると，本器の周波数特性に異状を生じさせ，管面上の観測波形に歪を生じます。又，入力容量の調整がずれていると，'プローブの校正'をレンジを切換える度に再調整しなければならなくなります。（5－1項'プローブを用いる方法'参照）

位相特性の調整は，波形にサグ，オーバーシュートなどの歪が少なく，立ち上がり時間が 1 μS 以下の方形波発振器を使用し，各レンジにおいて管面振幅が 4 DIV になるように出力を合わせ，方形波特性が最良になるように位相補正コンデンサを調整します。この調整は約 1 kHz の繰返し周波数で行ないます。

入力容量の調整は，入力端子に低容量用の C メータを接続し，各レンジの入力容量が 30±2pF に入るように入力容量補正コンデンサを調整します。この調整は，本器を動作状態にして行ないます。

下表に各レンジの調整個所を示します。

レンジ	CH L		CH R	
	入力容量	位相補正	入力容量	位相補正
10mV	C102		C202	
0.1 V	C104	C103	C204	C203
1 V	C107	C105	C207	C206

○　垂直軸増幅器の高域周波数特性補正

この調整は，立ち上がり時間10nS以下，繰返し周波数10kHzと100kHzの高品位な方形波を用いて増幅器の周波数特性の調整を行ないます。

(1)　入力に10kHz の方形波信号を加え，VOLTS/DIV スイッチを10mVに，TIME/DIV スイッチを100μSにセットし，管面振幅が4 DIVになるように発振器の出力を調整します。

(2)　方形波の前縁が平坦になるように出力段のHF COMP（C118, 第26図参照）を調整します。（第27図）

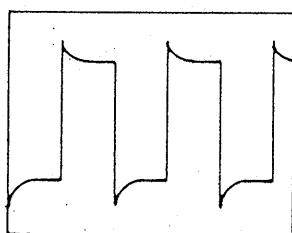
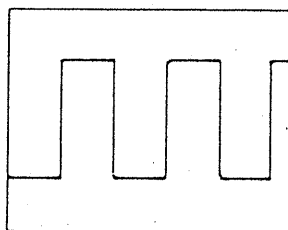
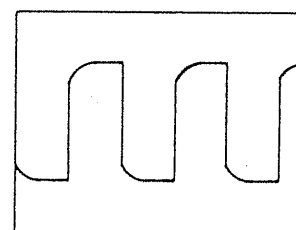
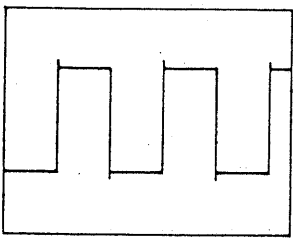
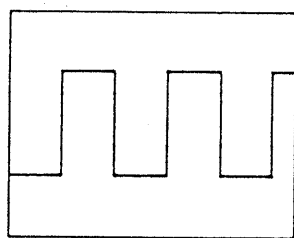
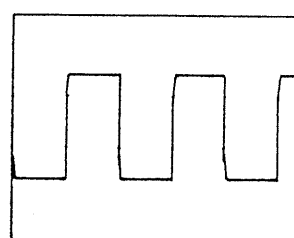
(3)　次に100kHz の方形波を加え，TIME/DIV スイッチを1 μS にセットし，方形波の前縁が，平坦になるように前段アンプのHF COMP（CH LはC114 ，CH RはC214 ，第26図参照）を調整します。（第28図）

以上の操作により管面振幅4 DIVの方形波特性が最良の状態に調整されます。

出力段 HF COMP（C118）の調整

不可

良

不可

第 27 図

プリアンプ段 HF COMP（C114，C214）の調整

第 28 図

6.4 水平2現象動作の調整

MODEスイッチの⑨をH置にし，約10kHzの正弦波をCHL，CHRの入力に加えます。

○ 掃引方向が管面の両端から中央に向かう場合の調整

SWEEP POSITION の調整，SEPARATION の調整及び SWEEP LENGTH の調整があります。

（第26図参照）

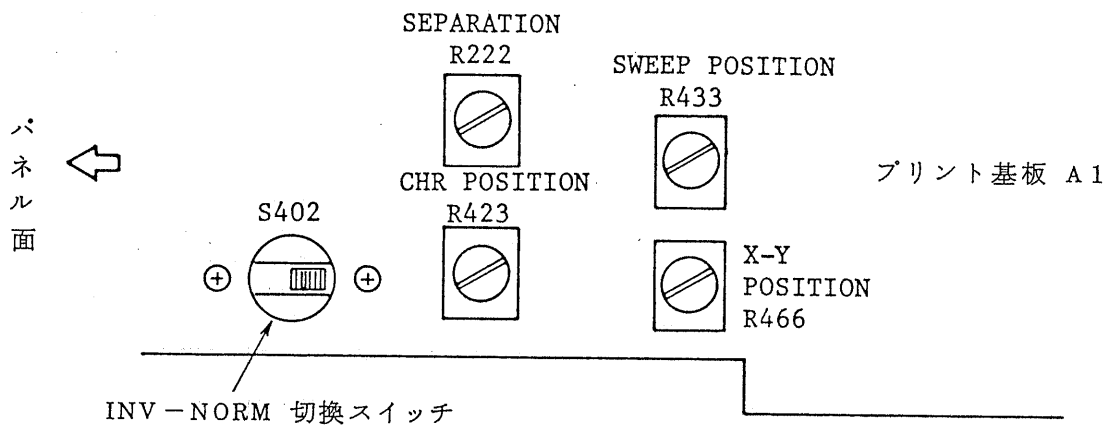
(1) 第1図㉙の↔POSITIONの白点を真上にセットします。
(2) TIME/DIVスイッチ㉓を100μS にセットします。
(3) SWEEP POSITION を調整して，CHL，CHR の掃引の書き終りがスケール中央になるようにします。

(4) SEPARATION を調整して，掃引の書き始めがスケールの両端になるようにします。
(5) SWEEP LENGTH を調整してCHL，CHR の掃引の書き終りの間隔が 0.2 DIVになるようにします。
(6) 再度 SWEEP POSITION，SEPARATION をチェックします。

(7) CHL，CHR の入力信号を100μSの周期のタイムマーカー信号にします。
(8) 波形の周期がスケールに合うように，SWEEP CAL（第26図参照）を調整します。尚，SWEEP CAL の正確な調整については'時間軸の調整'の項を参照して下さい。

○ 掃引方向がCHLは管面の左端から中央に，CHRは管面の中央から右端に向かう場合の調整。

CHR POSITIONの調整があります。この項の調整は前項の調整を行なつた後に行なつて下さい。

掃引方向を変更する為にプリント基板A1のパターン面にあるスイッチをNORMからINVに切換えて下さい。（第29図）

第 29 図

(1) スイッチの切換えが終りましたら，CHL，CHRの入力に100μSの周期のタイムマーカー信号を加え，TIME/DIVスイッチを100μSにセットします。

(2) CHLの掃引の書き始めが，スケールの左端からずれている時には，↔ POSITIONにより合わせ直します。

(3) CHRの掃引の書き始めがスケールの中央にくるようにCHR POSITIONを調整します。この時CHLの掃引の終りとCHRの掃引の始まりの間隔は約0.2 DIVになります。

6.5　時間軸の調整

TIME/DIVスイッチの指示値に，掃引時間を合わせる調整です。

この調整には正確な100μS と 1μS の時間を持ったタイムマーカー 信号か，繰り返し周波数10kHz と1MHz の信号を使用して行ないます。

尚，この調整の時はMODEスイッチ⑨はV ▬ の垂直2現象動作の状態にし，VARIABLE は CALに固定して下さい。

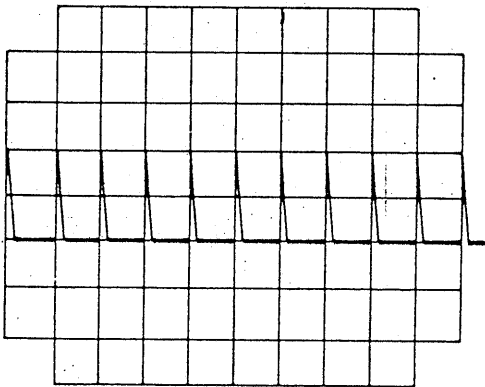
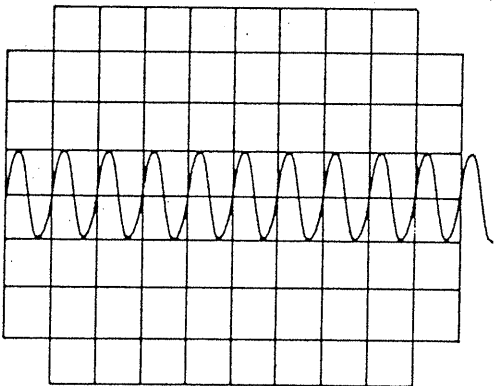
(1)　TIME/DIVスイッチを100μS にセットし，垂直軸入力に100μS 周期のタイムマーカー信号か，繰り返し周波数10kHz の信号を加え，管面振幅が適当な大きさになるように，信号出力又は本器の感度を調整します。

(2)　波形の周期がスケールに合うように，SWEEP CAL（第26図参照）を調整します。

(3)　次に，1μS 周期のタイムマーカー信号か，繰り返し周波数1MHzの信号を加え，TIME/DIVスイッチを1μS にセットします。

(4)　波形の周期がスケールに合うように，HS COMP（第26図参照）を調整します。

(5)　再度100μS のレンジを上記(1)に従ってチェックします。

以上の調整で，TIME/DIVスイッチの他のレンジの掃引時間も±5%以内に校正されます。（第30図）

タイムマーカ信号

正弦波信号

第30図

6.6　X軸の調整

MODEスイッチが⑩のX－Yに於けるX軸の位置の調整と感度の校正です。

○　X－Y動作時のX軸の位置の調整

(1)　CHL，CHR共にVOLTS/DIVスイッチ⑭，⑯をGNDレンジにし,水平ポジション㉙の白点を真上にセットします。

(2)　MODEスイッチをX－Y動作（⑩を押す）にして，管面のスポットが水平軸スケールの中央にくるようにX－Y POSI（第26図参照）を調整します。

○　X－Y動作時のX軸の感度の校正

6.3項に於いてCHL，CHRの感度が校正されます。X－Y動作に於いてはCHRがY軸となりますので校正の必要はありませんが，X軸はCHLの一部を使用するだけなので校正が必要となります。調整には6.3項で使用した発振器を使用します。

(1)　発振器の出力を100mV p-p に設定してX軸入力に加えます。

(2)　X軸の振幅がスケールの両端に合うようにX－Y GAIN（第26図参照）を調整して下さい。

6.7　プローブ（別売）の校正

プローブは，5.1項"プローブを用いる方法"で説明したように，一種の広帯域アッテネータを形成しております。このため，位相補正が正しく行なわれていないと，観測波形に歪を生じ，間違った波形を観測することになりますので，測定前に正しく校正する必要があります。

校正には，第31図のように本器前面パネルのCALIB 0.5Vp-p ⑥ 端子の信号を利用して調整します。

プローブをCHL又はCHRの入力端子（⑱又は⑲）に接続し，CHL,CHRのVOLTS/DIVスイッチ⑭，⑯を0.1Vにセットします。

プローブ先端を校正電圧端子⑥に接続し，第32図のように波形を観測しながら，コンペンセータを絶縁ドライバー等で回し，最良の波形になるように調整します。

オシロスコープの入力BNC端子に接続
CALIB
0.5 Vp-p
コンペンセータ
絶縁ドライバー
等で廻し調整
します。
最良
要調整
要調整

第31図

第32図

CHL (X) INPUT
CHL ATT
CHL PREAMP
TRIG PICKOFF AMP
X AXIS PICKOFF AMP
CHR (Y) INPUT
CHR ATT
CHR PREAMP
TRIG PICKOFF AMP
DIODE GATE
SWITCHING MULTI
TRIG SOURCE SELECT CIRCUIT
VERTICAL AMP
NORM TRIG PICKOFF AMP
BLANKING CIRCUIT
CRT
CRT CIRCUIT
HV SUPPLY
EXT TRIG INPUT
INT
EXT
TRIG INPUT AMP
SWEEP GENERATOR
TRIG AUTO
SWEEP LOGIC MULTI
NON－INV AMP
INV AMP
HORIZONTAL AMP
AC LINE 50／60 Hz
POWER SUPPLY

第33図